

究極の デジタル マンモグラフィ に向けて

企画協力: 遠藤登喜子 国立病院機構 名古屋医療センター 臨床研究センター高度診断研究部長

IT技術の進歩により、マンモグラフィの分野でも急速にデジタル化が普及してきている。昨2008年末時点では、日本医学放射線学会の仕様基準を満たしたマンモグラフィ装置のうち、デジタル装置(DMG)は約70%、2009年2月NPO法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会の施設画像評価をDMGで取得した施設数は838で、アンケートに回答した488施設の14%では完全にモニタ診断に移行、18%でモニタ診断とフィルム診断が混在する状況であった。診療報酬の電子画像管理加算もあり、モニタ診断への移行が加速しており、本特集ではマンモグラフィ診断を進歩させうるDMGをめざし、その特性と現状を多方向から検討した。

(遠藤登喜子)

Vol.4 Breast Imaging

I DMGの特性を究める

Women's Imaging 2009

1. DMGの基本を理解する

1) 総説

デジタルマンモグラフィの基本と システム構成、および種類

篠原 範充 岐阜医療科学大学保健科学部放射線技術学科

マンモグラフィ上で観察できる所見は、腫瘍性病変と微小石灰化に大きく分類される。表1に、乳腺組織の密度と20keVにおける線減弱係数(cm^{-1})を示す¹⁾。このようにマンモグラフィは、腫瘍性病変と正常組織のわずかな線減弱係数の差を描出する必要がある。そこで、マンモグラフィでは、良好な被写体コントラストを得るために低電圧撮影が選択されている。また、受光系は、他のX線画像と比較して、被写体透過後のX線を高感度に記録できるシステムが必須である。

一方、微小石灰化像は、マンモグラフィ上で直径50~200 μm 程度の淡い病変として描出され²⁾、形状や正確な数を把握する場合には、拡大鏡などを用いて診断されている。このため、大多数の施設でマンモグラフィは、淡く微小な微小石灰化像を診断するために、高濃度分解能、高空間分解能を有するシステムが選択されている。

上記の理由により、マンモグラフィには高感度、高空間分解能を有するスクリーン-フィルムシステム(SMG)で運用されてきた。しかし、PACSの普及に伴い、

CT、MRIのみならず、一般撮影領域でもデジタル化が進み、computed radiography (CR)方式やフラットパネルディテクタ(FPD)方式を導入する施設が急速に増加した。マンモグラフィは、X線画像診断においてデジタル化が最も遅れている領域であったが、2007年には60%を超える施設でデジタルマンモグラフィシステム(DMG)が採用されている³⁾(図1)。

本稿では、DMGのシステム構成や特長などをSMGと比較し、基本的な事項について概説する。

表1 乳腺組織の密度と線減弱係数

乳腺組織	密度 (g/cm ³)	20keV における 線減弱係数 (cm ⁻¹)
腺組織	1.035	0.80
脂肪組織	0.930	0.45
腫瘍病変	1.045	0.85
微小石灰化	2.200	12.50

表2 DMGの利点

- ・現像処理が不要
- ・経時的な画質の劣化がない。
- ・ダイナミックレンジが広い。
- ・モニタ診断に対応
- ・ネットワークに対応
- ・画像データの伝送・保管が容易
- ・過去画像との比較読影が容易
- ・任意の画像処理が可能
- ・コンピュータ支援診断 (CAD) システムの導入が容易

デジタル画像の基本

デジタルラジオグラフィ (DR) は、広く普及しており、DMGもDRの一部である。多くの読者にとって周知のことと考えられるが、ここでは基本的な事項について確認しておく。

デジタル化を実現するためには、“標本化 (sampling)” と “量子化 (quantization)” という2つのプロセスが必要である。標本化とは、画像における位置のアナログ情報を一定の間隔で読み取る操作である。この間隔は、サンプリング間隔と呼ばれ、空間分解能と大きく関係する。この操作により、DMGの最小単位である画素が生成される。次に、量子化とは、振幅のアナログ情報 (濃度、輝度など) を、一定の間隔で離散的な整数値で読み取る操作である。この間隔は、階調、グレイレベルと呼ばれ、濃度分解能と大きく関係する。量子化後の取りうる値が256 (2⁸) 種類である場合、これを256階調または8ビットと表現する。この操作により、DMGの画素値 (ピクセル値) を生成する。

画像のデータ量は、横の画素数 M 個、縦の画素数 N 個、階調を L ビットとすると式 (1) で計算される。

$$M \times N \times L \text{ [ビット]} \dots\dots\dots (1)$$

例えば、1000 × 1000 画素で8ビット

の画像では、1000 × 1000 × 8 [ビット] = 8 [メガビット] となる。画像データ量は、多くの場合、byte (バイト : B) により表示される。1バイトは8ビット単位で扱われるため、この画像は1メガバイト (MB) の画像データ量となる⁴⁾。

システムの構成

SMGにおけるX線画像検出から、診断、保存に至るまでの画像プロセスは、マンモグラフィ用フィルム (検出) を用いて撮影を行い (記録)、シャウカステンで診断し (表示)、その後、保管庫にて管理される (保存)。つまりSMGは、検出、記録、表示、保存が一体化したシステムであったと言える。

これに対してDMGは、検出は検出器、記録はイメージャ、表示はフィルム (またはモニタ)、保存はサーバで行い、4つの機能を別々に最適化して使用する必要がある。これらに加えて、画像処理も行う必要があり、さらに複雑になる。しかし、診断におけるスループット、過去画像との比較やCADシステムの適用な

ど利便性も高い。主なDMGの利点を表2に示す。オーバーオール特性を理解する上で、DMGの各プロセスは、変換器であると考えていただきたい。検出器は“X線”を“画素値”に変換する変換器、画像処理は“画素値”を“診断に適した画像”に変換する変換器、イメージャ (モニタ) は“診断に適した画像”を“濃度 (輝度)”に変換する変換器である。ユーザーは、これらの変換器の特徴や入出力特性を十分理解することが必要である。また、オーバーオール特性は、これら各プロセスのかけ算で構成されている。そのため、1つでも低性能な機器を使用した場合、オーバーオール特性に影響を及ぼすことを認識して、システムの構成を設定する必要がある。

DMGの特長

DMGの大きな特長は、入出力特性に直線性があり、ダイナミックレンジが広いことである。SMGとDMGのダイナミックレンジの違いを図2に示す。SMGは、非線形な形状をしており、そのダイナミッ

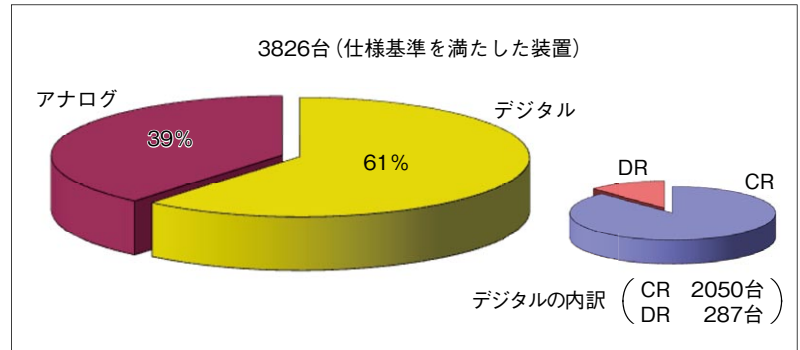


図1 2008年1月現在のマンモグラフィ装置の設置状況 (参考文献3) より引用)

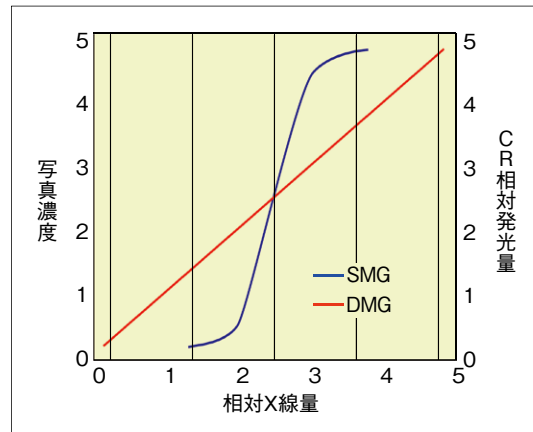


図2 SMGとDMGの入出力特性の違い